

УДК 628.2

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА, КАК ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ДООЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

**Федотова Ю.В., Чечина А.В**

**Научные руководители – к. х. н, доцент А.Ф. Колова,**

**к.т.н, доцент Т.Я. Пазенко**

***Сибирский федеральный университет  
инженерно-строительный институт***

Название «вермикулит» происходит от латинского *vermiculus* – червеобразный. Это минерал, образовавшийся в результате природных процессов гидратизации и других изменений магнезиально-железистых слюд (биотита и флогопита). Процесс преобразования этих слюд в вермикулит заключается в почти полном выносе щелочей, переходе закисных соединений железа в окисные и резком увеличении количества воды. Зерна вермикулита имеют пластинчатую структуру, блестящие, могут иметь бурый, желтый, золотистый, зеленый цвет различных оттенков.

Основные компоненты вермикулита: двуокись кремния  $\text{SiO}_2$  (33-45%), окись алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (6-18%), закись железа  $\text{FeO}$  (1-3%), окись железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5-17%), окись магния  $\text{MgO}$  (14-30%), вода  $\text{H}_2\text{O}$  (5-18%). Также могут присутствовать окись кальция  $\text{CaO}$ , окись калия  $\text{K}_2\text{O}$ , закись никеля  $\text{NiO}$ , двуокись титана  $\text{TiO}_2$ , окись марганца  $\text{MnO}$ , окись натрия  $\text{Na}_2\text{O}$  и другие примеси.

Основные месторождения вермикулита находятся в Австралии, Бразилии, Китае, Кении, России, Южной Африке и США. Мировое производство вермикулита уже в 2000 году превысило 500 тысяч тонн в год. На территории Красноярского края имеются три крупных месторождения вермикулита:

-Караганское (находится в 110 км к юго-востоку от станции Саянская железнодорожной линии Абакан-Тайшет), Размановское (находится в 65 км к юго-востоку от станции Хабайдак железнодорожной линии Абакан – Тайшет, в 65 – 70 км на юг от сел Вознесенки и Преображенки), Татарское (расположено в южной части Енисейского края, на границе Мотыгинского и Северо-Енисейского районов).

Основным и наиболее ценным свойством вермикулита является его способность при прокаливании резко увеличивать свой объем в 7-10 раз. Это явление объясняется тем, что при прокаливании молекулярная вода в чешуйках и в пачках вермикулита превращается в пар, под напором которого раздвигаются листочки слюды всегда в одном направлении, перпендикулярном спайности слюды. Вспученный таким образом вермикулит при охлаждении сохраняет приобретенный им объем с тончайшими прокладками воздуха взамен водяного пара между листочками слюды, что и придает минералу многие его ценные свойства.

Вспученный вермикулит - сыпучий, текучий, пористый, рыхлый, легкий и долговечный материал. Вермикулит огнестоек. Температурная область применения от - 260 °С до +1200 °С. Вспученный вермикулит обладает тепло – и звукоизолирующими свойствами, высокой впитывающей способностью: способен впитать жидкости до 500% собственного веса. При этом он слабо гигроскопичен (т.е. слабо поглощает влагу из окружающего воздуха). Вермикулит биологически стоек, неподвержен разложению и гниению под действием микроорганизмов. Химически инертен, нейтрален к действию щелочей и кислот. Вермикулит является экологически чистым и не

токсичным материалом. Около 70% всего производимого вермикулита используется в строительстве и производстве теплоизоляционных материалов.

Высокая пористость вспученного вермикулита позволяет использовать его в решении экологических проблем: для очистки сточных вод и выбросов в атмосферу, сбора разлива нефти и нефтепродуктов и токсичных жидкостей с твердой поверхности и поверхности акваторий, очистки почв (снижение нитратного загрязнения, блокирование радионуклидов и тяжелых металлов) очистки промышленных и бытовых сточных вод, рекультивации земельных участков.

По литературным данным применение адсорбента вермикулитового позволяет снижать: БПК с 20-25 мг/л до 2-3 мг/л; фосфаты с 3-5 мг/л до 0,3-0,2 мг/л; азот аммонийный с 10-15 мг/л до 1-3 мг/л; нитраты с 10-15 мг/л до 3-4 мг/л; нитриты с 3-5 мг/л до 0,0001-0,0002 мг/л;

В лаборатории кафедры ИСЗиС СФУ была проверена возможность и эффективность применения вермикулита в качестве сорбционной загрузки для очистки городских сточных вод от органических загрязнений, азота аммонийных солей и фосфатов. Исследования проводились на вспученном вермикулите Татарского месторождения с крупностью зерен загрузки 2,5 мм на лабораторной установке, состоящей из фильтрационной колонки, напорной емкости и емкости для сбора фильтрата. Для поддержания постоянного слоя воды над загрузкой фильтрационная колонка была снабжена патрубком для перелива, расположенном на высоте 3 см от верхнего уровня загрузки. Верхняя часть фильтрационной колонки цилиндрическая (высота 12,3 см, диаметр 6,43 см), нижняя часть колонки конусная (высота конусной части 5,8 см). Общий объем загрузки 510 см<sup>3</sup>, плотность загрузки 87 кг/м<sup>3</sup>, вес загрузки 44,37 г.

Исследования проводили на модельной воде, которую готовили добавлением к водопроводной воде надильной воды правобережных очистных сооружений г. Красноярска. Изменение содержания органических загрязнений при фильтровании через вспученный вермикулит контролировали по показателю перманганатной окисляемости. Также в профильтрованной воде определяли содержание аммонийного азота и фосфатов. Регенерацию вермикулита проводили горячей водой.

Исследования показали, что эффективность удаления органических загрязнений сорбцией на вспученном вермикулите может достигать 80%. После однократной регенерации сорбционные свойства восстанавливаются полностью, но загрузка выдерживает только одну регенерацию (возможно из-за разрушения пористой структуры), что подтверждает литературные данные о нецелесообразности регенерации загрузки.

Определенная сорбционная емкость вермикулитовой загрузки по показателю перманганатной окисляемости составляет 6,97 мг/г загрузки. Эффективность очистки исследованных образцов вспученного вермикулита по азоту аммонийных солей и фосфатам низкая (значительно ниже значений, приведенных в литературе).

Таким образом, вспученный вермикулит может быть рекомендован в качестве сорбционной загрузки в установках для доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод от органических загрязнений систем водоотведения коттеджных поселков и в автономных системах. В связи с низкой плотностью вспученного вермикулита конструкция фильтра нуждается в специальной разработке.